

12

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90110692.2

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **B65H 54/38**

22 Anmeldetag: 06.06.90

30 Priorität: 09.06.89 DE 3918846

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
12.12.90 Patentblatt 90/50

84 Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI

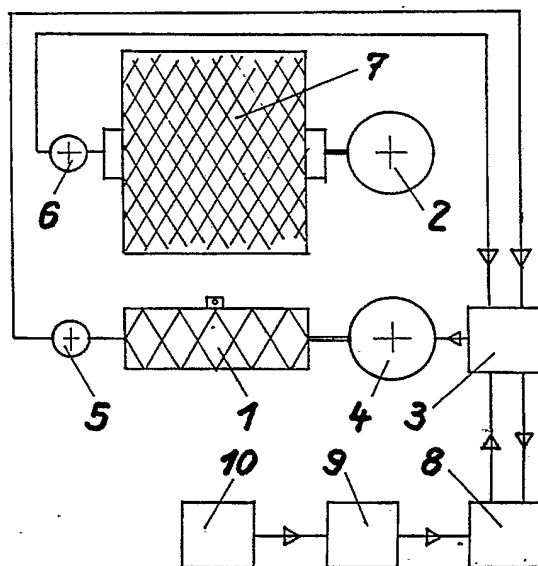
71 Anmelder: **Maag, Fritjof, Dr.-Ing.**  
**Fasanenstrasse 31**  
**D-6233 Kelkheim(DE)**

72 Erfinder: **Maag, Fritjof, Dr.-Ing.**  
**Fasanenstrasse 31**  
**D-6233 Kelkheim(DE)**

54 **Präzisionskreuzspule, Verfahren zu deren Herstellung und Spuleinrichtung dafür.**

57 Für eine Präzisionskreuzspule mit infolge der regelbaren Verbindung zwischen den Antrieben der Spule und Changiereinrichtung um einen Sollwert schwankenden Windungszahlen werden die Windungszahlen so optimiert, daß eine gleichmäßige Verteilung der Fadenwindeln am Spulenumfang erreicht wird.

Die Spuleinrichtung besteht aus einer angetriebenen Kreuzspule (7) und einer Changiereinrichtung (1), die mittels einer Regeleinrichtung (3) in vorgegebenen Verhältnissen V zueinander angetrieben werden. V wird während der Spulenreise mehrmals geändert. Die Folge der Übersetzungsverhältnisse V wird nach vorgegebenem Rechenprogramm in einem Rechner (9) mit der Eingabeeinheit (10) errechnet und diese in einem flüchtigen Datenspeicher abgelegt.



*Fig. 1*

**Präzisionskreuzspule, Verfahren zu deren Herstellung und Spuleinrichtung dafür**

Die Erfindung betrifft eine mit Garn, Draht, Band oder dergleichen bewickelte Kreuzspule in Präzisionswicklung, mit infolge der regelbaren Verbindung zwischen den Antrieben der Spule und der Changiereinrichtung um einen Sollwert schwankenden Windungszahlen, ein Verfahren zum Aufwickeln eines Garnes oder dergleichen in Präzisionswicklung auf eine drehend angetriebene Spule durch changierende Verlegung des Garnes längs des Mantels dieser Spule sowie eine Spuleinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Im Gegensatz zur wilden Wicklung stehen bei der Präzisionswicklung Spulenumlauffrequenz und Changierfrequenz in einem vorgegebenen, festen Verhältnis. Dieses Verhältnis gibt die Anzahl Spulenumdrehungen pro Changierperiode an und wird als Windungszahl bezeichnet.

Windungszahl, Changierhub und Spulendurchmesser bestimmen den Steigungswinkel der Garnwendel auf der Spule. Dieser wird bei der Präzisionswicklung mit zunehmendem Spulendurchmesser geringer, während er bei der wilden Wicklung konstant bleibt.

Um diesen Nachteil der Präzisionswicklung zu beseitigen, kann die Windungszahl während der Spulenreise mehrmals in Stufen verringert werden. Damit bleibt der Steigungswinkel in einem günstigen Bereich. Diese Art des Spulenaufbaus wird als Stufenpräzisionswicklung bezeichnet. Die Gesetze der Präzisionswicklung sind dabei für jede Stufe anwendbar.

Der Auswahl einer günstigen Windungszahl kommt für die Präzisionswicklung besondere Bedeutung zu. Sie besteht aus einem ganzzahligen Teil und einem Dezimalbruch. Der Steigungswinkel der Garnwendel wird in Abhängigkeit vom Spulendurchmesser im wesentlichen durch den ganzzahligen Teil der Windungszahl bestimmt.

Der Dezimalbruch der Windungszahl, der nachfolgend als Dezimale der Windungszahl bezeichnet wird, legt dagegen die winkelmäßige Lage der Folge von Garnwendeln auf der Spule fest.

Das europäische Patent 0 150 771 verlangt für die Auswahl günstiger Dezimalen der Windungszahl, daß diese zu einer gleichmäßigen Verteilung der Fadenwendeln am Spulenumfang führen. Als Maß für die gleichmäßige Verteilung wird die Schwankung der Zahl der Umkehrschleifen pro Umfangabschnitt an einer Spulenstirnseite herangezogen und dafür Maximalwerte angegeben.

Mit diesem Verfahren kann man Windungszahlen mit guter Verteilung der Fadenwendeln finden, die zu einem sehr guten Spulenaufbau führen, wenn die ausgewählte Windungszahl präzise eingehalten wird. Dies ist allerdings nur bei einer formschlüssigen, mechanischen Verbindung der Antriebe von Spule und Changiereinrichtung gewährleistet.

Wird die Windungszahl dagegen durch die regelbare Verbindung der Antriebe von Spule und Changiereinrichtung eingestellt, wie dies z.B. zur Herstellung von Spulen in Stufenpräzisionswicklung üblich ist, so ist es bisher kaum möglich, einen guten Spulenaufbau zu erzielen. Dies hat vor allem nachfolgende Gründe.

Zum Aufwinden des Garnes auf die Spule muß diese drehend angetrieben werden. Um eine Präzisionswicklung mit konstanter Windungszahl zu erhalten, wird die Changiereinrichtung in konstantem Verhältnis V zur Spulendrehzahl angetrieben. Dabei ist V proportional dem Kehrwert der Windungszahl.

Es ist bekannt, daß schon sehr geringe Abweichungen von der optimalen Windungszahl, z.B. in der 5. Dezimale, zu einer gravierenden Verschlechterung im Spulenaufbau führen können. Der Sollwert für V müßte deshalb mit 7 bis 8 Dekaden vorgegeben werden können, um alle als optimal ermittelten Windungszahlen ausreichend genau einstellen zu können. Dies ist aber technisch sehr aufwendig.

Stehen andererseits nur die optimalen Windungszahlen, die mit weniger Dekaden für V eingestellt werden können, zur Verfügung, so ist es häufig nicht mehr möglich, die Stufenpräzisionswicklung ausreichend eng abzustufen zu können.

Um mit einer wegen zu ungenauer Einstellung von V ungünstigen Windungszahl doch noch einen guten Spulenaufbau zu erzielen, wird in der europäischen Anmeldung 0 194 524 vorgeschlagen, den Sollwert von V zu modulieren. Damit kann der Wickelaufbau zwar verbessert werden, die guten Werte optimierter Windungszahlen werden aber in der Regel nicht erreicht. Ohne Modulation gute Windungszahlen können dagegen durch die vorgeschlagene Maßnahme zu einem sehr schlechten Wickelaufbau führen.

Bei Verwendung einer regelbaren Verbindung der Antriebe von Spule und Changiereinrichtung wird das tatsächlich eingestellte Verhältnis V notwendigerweise mehr oder weniger periodisch um den gewünschten Sollwert schwanken. Diese Schwankung kann, auch wenn sie entsprechend dem technischen Aufwand der Regeleinrichtung nur  $10^{-4}$  bis  $10^{-5}$  beträgt, die Verteilung der Fadenwendeln am Spulenumfang sehr ungünstig beeinflussen. Dies führt dann dazu, daß selbst Windungszahlen, die die Bedingungen der EP 0 150 771 erfüllen, zu einem Spulenaufbau führen können, der so nicht mehr akzeptiert werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, bei einer auf konstantes Verhältnis regelbaren

Verbindung der Antriebe von Changiereinrichtung und Spule und der dadurch zwangsläufig verursachten Schwankung der Windungs5 zahlen um einen Sollwert, Parameter für einen guten Spulenaufbau bei der Herstellung von Spulen in Präzisions-, vor allem aber in Stufenpräzisionswicklung anzugeben, sowie ein Verfahren und eine Spuleinrichtung zur Herstellung derartiger Spulen zur Verfügung zu stellen.

5 Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Präzisionsspule nach dem kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung solcher Spulen und eine Spuleinrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Zusätzliche Unteransprüche dienen der Weiterentwicklung der Erfindung.

Die Verteilung der Fadenwendeln am Spulenumfang ist ungleichmäßig, wenn die Windungszahl zur Spiegelbildung führt. Dies ist dann der Fall, wenn die Dezimale der Windungszahl durch einen Bruch aus ganzzahligen Werten ausgedrückt werden kann, also eine rationale Zahl darstellt. Der Nenner des Bruchs 10 wird als Spiegelordnung bezeichnet. Je niedriger die Spiegelordnung ist, desto ausgeprägter ist die Spiegelbildung und damit die Ungleichmäßigkeit in der Verteilung der Fadenwendeln am Spulenumfang. Aber auch sehr hohe Spiegelordnungen von 50 oder sogar 100 können diese Verteilung noch nachteilig beeinflussen.

15 In umfangreichen Versuchen wurde herausgefunden, daß der Spulenaufbau nachteilig beeinflusst wird, wenn die Dezimale der Windungszahl infolge der Regelschwankungen auch den Wert von Spiegeldezimalen annimmt. Dieser Einfluß ist umso größer, je niedriger die betroffene Spiegelordnung ist.

Der Einfluß nimmt auch zu, wenn unter sonst gleichen Bedingungen der durch die Regelschwankungen überdeckte Bereich an Dezimalen der Windungszahl geringer wird. Außerdem wird der Spulenaufbau 20 schlechter, wenn die betroffenen Spiegeldezimalen im Schwankungsbereich der Dezimalen der Windungszahl unsymmetrisch angeordnet sind.

Deshalb ist es für einen einwandfreien Spulenaufbau von besonderer Bedeutung, das Verhältnis von Spindeldrehzahl und Changierfrequenz so zu regeln, daß die im Bereich der Regelschwankungen der Dezimalen der Windungszahl vorhandenen Spiegeldezimalen in diesem Bereich symmetrisch verteilt sind. 25 Symmetrisch bedeutet in diesem Falle, daß der Abstand der Spiegeldezimalen vom Mittelwert der Dezimalen der Windungszahl entsprechend der Spiegelordnung gewichtet wird, wobei niedrigere Spiegelordnungen höheres Gewicht haben.

Die optimale Festlegung der Symmetrieachse in diesem Sinne ist jedoch sehr schwierig. Einfacher und zuverlässiger ist es deshalb, die optimale Lage der Symmetrieachse aus der Verteilung der Fadenwendeln 30 und der Minimierung von deren Schwankungsbreite am Spulenumfang abzuleiten. Dazu wird der Spulenumfang in gleich große Umfangsabschnitte (Klassen) eingeteilt, die Anzahl der Fadenenden an den Schnittpunkten der Fadenwendeln einer Ablegerichtung mit einer senkrecht zur Spulenchse gelegten Ebene in jedem Umfangsabschnitt ausgezählt. Als Schwankungsbreite dieser Verteilung wird die Differenz der maximalen und minimalen Anzahl von Fadenenden in einem Umfangsabschnitt bezeichnet.

35 Man betrachtet nun die Schwankungsbreite fortlaufend über z.B. 2000 Changierperioden bei einer Einteilung des Spulenumfangs in z.B. 100 und 25 Klassen. Der dabei auftretende Maximalwert der Schwankungsbreite wird bei 100 Klassen pro Spulenumfang als S(100) und bei 25 Klassen als S(25) bezeichnet.

Wenn S(100) einen Maximalwert von 15, vorzugsweise einen solchen von 8 nicht überschreitet, sind die 40 Spiegeldezimalen im Schwankungsbereich der Windungszahlen ausreichend symmetrisch verteilt und man erreicht einen guten Spulenaufbau mit sehr guten Ablaufeigenschaften.

Überschreitet darüberhinaus S(25) nicht den Maximalwert von 20, vorzugsweise 10, so ist eine weitere Verbesserung des Spulenaufbaues zu erreichen.

Diese Verteilung der Fadenwendeln kann durch einen Spulversuch ermittelt werden. Sehr viel einfacher 45 ist es jedoch, dafür einen Rechner mit einem Simulationsprogramm zu verwenden. Damit läßt sich bei der Berücksichtigung der Regelschwankungen z.B. als sinusförmige Modulation der Windungszahl mit den Regelschwankungen entsprechender Amplitude und Periode ein dem praktischen Versuch vergleichbares Ergebnis erzielen.

Ein gleichmäßiger Spulenaufbau wird besonders dann erreicht, wenn das Verhältnis von Spindeldreh- 50 zahl und Changierfrequenz V so geregelt wird, daß im Bereich der Regelschwankungen der Dezimalen der Windungszahl keine Spiegeldezimalen bis zu einer maximalen Spiegelordnung SPO vorhanden sind. Der Wert für SPO hängt dabei von der Differenz RS der durch die Regelschwankungen verursachten maximalen und minimalen Windungszahl ab. Für diesen Zusammenhang wurde die nachfolgende Beziehung gefunden:

$$SPO = 1.5 / \sqrt{RS}$$

55 Es zeigt sich, daß Spiegeldezimalen von höherer als der Spiegelordnung 100 dabei weitgehend vernachlässigt werden können.

Die rechnerische Ermittlung von Bereichen der Dezimalen der Windungszahl mit ausreichendem Spiegelabstand in diesem Sinne ist im Vergleich zur Ermittlung der Verteilung der Fadenwendeln am

Spulenumfang mit sehr viel weniger Aufwand verbunden. Entsprechend weniger aufwendig ist es deshalb auch, nur in solchen Bereichen nach einer optimalen Windungszahl durch Prüfung der Verteilung der Fadenwendeln zu suchen.

Bei der Betrachtung der Verteilung der Spiegeldezimalen bis zu einer vorgegebenen Spiegelordnung fällt auf, daß der Abstand zwischen zwei Spiegeldezimalen dann besonders groß ist, wenn eine davon zu einem Spiegel niedriger Ordnung gehört. Je niedriger diese Spiegelordnung ist, desto größer wird der Abstand. In diesen Bereichen gelingt es deshalb besonders gut, Windungszahlen mit dem geforderten Mindestabstand zu Spiegeldezimalen der Ordnung SPO zu finden.

Andererseits erhält man mit Windungszahlen, deren Dezimalen nahe bei Spiegeldezimalen niedriger Ordnung liegen, eine sog. Rautenwicklung. Diese Art der Wicklung wird zur Herstellung von Präzisionsspulen aus empfindlichen Filamentgarnen bevorzugt. Besonders geeignet sind dafür Spiegeldezimalen der 5. oder 7. Ordnung. Dabei werden die vorhergehenden Fadenwendeln von den folgenden Wendeln besonders gut abgebunden, was am kleinen Spulendurchmesser wegen der Gefahr von Abschlägern sehr wichtig ist.

Charakteristisch für die Rautenwicklung ist, daß die Fadenwendel nach einem Umlauf der Umkehrpunkte um den Spulenumfang - bei einer Raute der 5. Spiegelordnung also nach 5 Doppelhüben - nahe bei der zuvor dort abgelegten Fadenwendel liegt.

Besonders durch die Beschränkung der Schwankungsbreite  $S(25)$  ist im Normalfall ein ausreichender Abstand zu der vorher dort abgelegten Wendel gegeben. Bei bändchenförmigem oder auch sehr grobem Garn kann es am kleinen Spulendurchmesser trotzdem vorkommen, daß sich unter Berücksichtigung der Regelschwankungen zwei derartige Wendeln über lappen. Dies kann sich für den Spulenaufbau nachteilig auswirken und muß durch Wahl eines größeren Abstandes verhindert werden.

Bei der Herstellung von Spulen in Stufenpräzisionswicklung kann die Umschaltung von einer Windungszahl zur nächsten z.B. durch den Bereich des zulässigen Steigungswinkels vorgegeben werden. Mit zunehmendem Spulendurchmesser erhält man dann eine zunehmende Dicke der Schichten gleicher Windungszahl. Dies kann den Spulenaufbau und -Ablauf nachteilig beeinflussen. Deshalb wird vorgeschlagen, die Windungszahlen so abzustufen, daß die Dicke der Schichten mit gleichen Windungszahlen einen vorgegebenen Maximalwert nicht überschreitet.

Je nachdem, ob die ausgewählte Dezimale der Windungszahl geringfügig größer oder kleiner als die naheliegende Spiegeldezimale z.B. der 5. Ordnung ist, wird die nach z.B. 5 Changierperioden abgelegte Fadenwendel in Spulendrehrichtung nach oder vor der vorher dort abgelegten Fadenwendel liegen. Dies kann die effektiv bewickelte Spulenlänge beeinflussen. Es ist deshalb zweckmäßig, für den Spulenaufbau die Windungszahlen so zu wählen, daß die nachfolgenden Fadenwendeln relativ zur vorher dort abgelegten Wendel immer im selben Sinne der Spulendrehrichtung liegen.

Nach dem Stand der Technik kann zur Herstellung von Kreuzspulen in Stufenpräzisionswicklung eine auch für wechselnde Spulendurchmesser und Steigungswinkel ausreichend große Reihe von Werten für die Regelung des Changierantriebs im Verhältnis  $V$  zur Spulendrehzahl, die im geschilderten Sinne zu günstigen Dezimalen der Windungszahl und damit zu einem guten Spulenaufbau führen, z.B. als fest programmierter, austauschbarer Datenspeicher vorgegeben werden. Aus dieser Reihe muß das erste zur Anwendung kommende Verhältnis entsprechend dem gewünschten Steigungswinkel und dem Hülsendurchmesser ausgesucht werden. Die weiteren Stufen der Reihe werden jeweils nach dem Erreichen vorgegebener Werte, z.B. der Drehzahl des Changierantriebs, umgeschaltet.

Nachteilig ist bei diesem bekannten Verfahren, daß die vorgegebene Reihe der Übersetzungsverhältnisse, z.B. infolge einer Änderung des Steigungswinkels, nicht mehr alle genannten Parameter, die die Qualität der Windungszahl beeinflussen, optimal berücksichtigen kann.

Günstiger ist es deshalb, wenn die Abstufung der Verhältnisse  $V$  zur Regelung des Changierantriebs in Abhängigkeit von der Spulendrehzahl für jedes Spulproblem individuell berechnet und der einzelnen Spulstelle in einem veränderbaren, flüchtigen Datenspeicher zur Verfügung steht.

Die angegebenen Bedingungen für die Festlegung günstiger Windungszahlen bzw. von Verhältnissen  $V$ , die zu günstigen Windungszahlen führen, sind sehr gut dazu geeignet, ein entsprechendes Rechnerprogramm zu entwickeln. Mit diesem kann auf einfache Weise eine Folge von Verhältnissen  $V$  zur Herstellung der erfindungsgemäßen Spule festgelegt werden.

Dazu wird zunächst in der Nähe des für den gewünschten Steigungswinkel benötigten Verhältnisses  $V$  ein möglichst großer Bereich für die Dezimale der Windungszahl mit ausreichendem Abstand von Spiegeldezimalen SPO-ter Ordnung gesucht. In einer Simulationsrechnung wird die dem größtmöglichen Verhältnis  $V$  entsprechende Windungszahl auf die Verteilung der Fadenwendeln am Spulenumfang in einer senkrecht zur Spulenchse gelegten Ebene geprüft.  $V$  wird dann in der letzten vorgesehenen Dekade so lange um jeweils eine Einheit verringert, bis  $S(100)$  bzw.  $S(25)$  innerhalb der festgelegten Grenzen liegen. Auf diese Weise werden alle für die Spulreise benötigten Verhältnisse  $V$  festgelegt.

Mit diesem Verfahren ist es in kurzer Zeit möglich, auch für sehr viele Stufen einer Stufenpräzisionswicklung optimale Werte für die Übersetzung V, bzw. die Windungszahlen festzulegen. Mit der dafür benötigten, nicht sehr aufwendigen Rechneinheit kann diese Reihe individuell für jedes Spulproblem festgelegt und in einem veränderbaren, flüchtigen Speicher für jede Spulstelle bereitgestellt werden, wenn der Rechner mit der Spulstelle direkt gekoppelt ist.

Dies hat den Vorteil, daß auf austauschbare Datenspeicher mit fest vorgegebenen Werten verzichtet werden kann und für jedes Spulproblem kurzfristig wirklich optimale Bedingungen eingestellt werden können.

Die Spuleinrichtung zur Herstellung der erfindungsgemäßen Kreuzspulen in Stufenpräzisionswicklung und zur Durchführung des Verfahrens ist in Fig.1 dargestellt. Die Spuleinrichtung besteht aus einer längs des Mantels der Kreuzspule changierend angetriebenen Fadenführeinrichtung (1) und einem Spulenantrieb (2). Für die Erfindung ist es dabei unerheblich, ob diese aus einem changierenden Fadenführer oder aus gegensinnig rotierenden Fadenleitelementen besteht und ob sie von einem eigenen Motor oder über eine regelbare Verbindung von der Spule aus angetrieben wird. Weiter ist es unerheblich, ob der Spulenantrieb auf die Spulennachse wirkt oder diese an ihrem Umfang, ob mit wechselnder oder konstanter Umfangsgeschwindigkeit, angetrieben wird.

Weiter besteht die Spuleinrichtung aus einem Regler (3), dessen Ausgang mit dem Antrieb (4) der Fadenführeinrichtung (1) gekoppelt ist sowie aus Inkrementalgebern (5) und (6) zur Erfassung der Drehzahlen der Kreuzspule (7) und des Antriebs (4) für die Fadenführeinrichtung (1). Der Regler (3) regelt die Drehzahl des Antriebs (4) der Fadenführeinrichtung (1) so, daß das Übersetzungsverhältnis V von dessen Drehzahl zur Drehzahl der Kreuzspule (7) einem von einem Datenspeicher (8) vorgegebenen Verhältnis entspricht. In dem Datenspeicher (8) ist die Reihe der für die Spulreise benötigten Übersetzungsverhältnisse gespeichert, wobei jedesmal beim Erreichen vorbestimmter Betriebsbedingungen, z.B. einer minimalen Drehzahl des Antriebs (4) der Fadenführeinrichtung (1) das nächste Übersetzungsverhältnis geschaltet wird.

Die erfindungsgemäße Spuleinrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß als Datenspeicher (8) ein veränderbarer, flüchtiger Speicher verwendet wird, der von einem integrierten Rechner (9), der mit einer Eingabeeinheit (10) zur Eingabe der Spulbedingungen ausgestattet ist, mit der Reihe der für die Spulreise benötigten Übersetzungsverhältnisse geladen wird. Diese Reihe wird vom Rechner (9) nach vorgegebenem Programm zur Ermittlung der erfindungsgemäß optimierten Folge von Übersetzungsverhältnissen aus den eingegebenen Spulbedingungen erstellt.

Häufig sind mehrere Spulstellen in einer Spulmaschine zusammengefaßt. Diese können von nur einem Rechner der obigen Art versorgt werden. Der Rechneraufwand läßt sich dadurch weiter reduzieren.

Mit dem nachfolgenden Beispiel soll die Ermittlung eines günstigen Übersetzungsverhältnisses V für die Steuerung des Fadenführerantriebs in Abhängigkeit der Spulendrehzahl näher erläutert werden:

Der minimale Steigungswinkel beim Umschalten auf ein neues Übersetzungsverhältnis beträgt  $11.85^\circ$ , der Fadenführerhub 150 mm und der Spulendurchmesser im Umschaltzeitpunkt 84.2 mm. Der Fadenführer wird über eine Kehrwindewelle mit der Gangzahl 5 Umdrehungen/Doppelhub angetrieben. Die Amplitude der Regelschwankungen betrage 0.2%.

Aus Steigungswinkel, Hub und Spulendurchmesser errechnet sich eine Windungszahl von 5.40516. Die optimierte Windungszahl soll deshalb eine Rautenwicklung in der Nähe der Spiegeldezimalen 0.4 (2/5) sein. Die Fadenwendeln sollen in der Raute in Richtung der Spulendrehung liegen, d.h., daß die Dezimale der Windungszahl  $> 0.4$  sein soll.

Die infolge der Regelschwankungen sich einstellende Differenz zwischen höchster und niedrigster Windungszahl errechnet sich dann zu:

$$RS = 5.4 \text{ mal } (1.0002 - 0.9998) = 0.00216$$

Damit erhält man:

$$SPO = 1.5 / \sqrt{0.00216} = 33$$

Die nächstliegenden Spiegeldezimalen bis zur 33. Ordnung sind  $2/5 = 0.4$  und  $13/32 = 0.40625$ . Damit beträgt der Bereich der Windungszahlen, der diese Spiegeldezimalen bei den vorgegebenen Regelschwankungen nicht berührt:

$$W_1 = 5.4 + RS/2 = 5.400108$$

$$W_2 = 5.40625 - RS/2 = 5.40517$$

Folgende Spiegeldezimalen bis zur 100. Ordnung liegen in diesem Bereich:

5

10

15

Spiegel-		Spiegel-	
Dezimale	Ordnung	Dezimale	Ordnung
0.400000	5	0.403846	52
0.402062	97	0.404040	99
0.402174	92	0.404255	47
0.402299	87	0.404494	89
0.402439	82	0.404762	42
0.402597	77	0.405063	79
0.402778	72	0.405405	37
0.402985	67		
0.403226	62		
0.403509	57		

20

25

30

35

40

45

50

55

Ist der Abstand zwischen der Rautendezimale und der nächstliegenden Spiegeldezimale größer als RS, läßt sich eine mittlere Windungszahl bestimmen, die im Bereich ihrer Regelschwankungen keine Spiegeldezimalen bis zur 100. Ordnung berührt. Damit erhält man besonders bezüglich  $s(100)$  eine sehr gute Verteilung der Fadenwendeln.

Allerdings wird dann auch der Abstand der einander in der Raute folgenden Fadenwendeln sehr gering. Dies kann erwünscht sein, wenn man eine hohe Packungsdichte der Spule anstrebt. Bei mit hohen Geschwindigkeiten hergestellten Spulen kann es aber zu schädlichen Überspülungen kommen. Besser ist es dann, den Wendelabstand, ähnlich wie bei größerem RS, zu erhöhen.

Mit zunehmendem Abstand der Windungszahl von der Rautendezimale werden innerhalb der Regelschwankungen auch Spiegeldezimalen niedrigerer Ordnung berührt. Abweichungen in der Symmetrie wirken sich dann zwangsläufig stärker aus. Bei einem Mittelwert der Windungszahl von weniger als 5.403 werden Spiegel von niedrigerer als 52. Ordnung nicht mehr berührt. Andererseits ist in diesem Bereich der Wendelabstand mit etwa 4 mm schon ausreichend groß, sodaß man in diesem Bereich mit guten Spuleneigenschaften rechnen kann.

Mit einem Übersetzungsverhältnis  $V = 0.9254$  erhält man die Windungszahl 5.403069, die nach diesen Überlegungen zu einer guten Verteilung der Fadenwendeln am Spulenumfang führen müßte. Die Simulationsrechnung ergibt bei sinusförmiger Modulation der Windungszahl bei einer Amplitude von 0.2‰ und einer Periode von 50 Doppelhuben bei dieser Windungszahl Werte für  $S(100)$  von 8 und für  $S(25)$  von ebenfalls 8. Die Simulationsrechnung bestätigt damit die anderen Überlegungen.

In einem Spulversuch führt diese Windungszahl zu einwandfreiem Spulenaufbau und Spulenablauf.

In einem weiteren Beispiel ist nachfolgend die Abstufung der Windungszahlen für eine Spule in Stufenpräzisionswicklung angegeben, bei der die Schichtdicke der einzelnen Stufen konstant ist:

STUFENPRÄZISIONSWICKLUNG	
Steigungswinkel der Fadenwendeln	11,00 Grad
Spulenumfangsgeschwindigkeit	800 m/min
Gangzahl der Kehrwindewelle	5
Changierhub	150 mm
Hülsendurchmesser	84 mm
Maximaler Spulendurchmesser	250 mm
Amplitude der Regelschwankungen	+/-0,20 ‰
Periode der Regelschwankungen	50 Doppelhübe
Anzahl Dekaden für Eingabe von V	5
Garndurchmesser	1,00 mm
Minimaler Steigungswinkel	9,85 Grad
Schaltzahl der Kehrwindewelle	2316 Upm
Minimale Doppelhubzahl	463 DH/min
Maximale Doppelhubzahl	518 DH/min

Berechnete Werte Nach Schaltsprung							
Windungszahl	n-Spule	d-Spule	DH	n-KGW	n-KGW/n-Spule	s(100)	s( 25 )
6.202704	3032	84.0	489	2443.7	0.8061	6	7
5.403069	2709	94.0	501	2506.9	0.9254	8	8
4.859086	2449	104.0	504	2519.5	1.0290	8	8
4.601933	2234	114.0	485	2427.0	1.0865	7	7
4.201681	2054	124.0	489	2443.8	1.1900	6	9
3.858322	1900	134.0	493	2462.7	1.2959	6	7
3.601268	1768	144.0	491	2455.2	1.3884	6	10
3.401361	1654	154.0	486	2430.7	1.4700	4	8
3.201229	1553	164.0	485	2425.2	1.5619	8	9
3.036376	1463	174.0	482	2409.9	1.6467	8	7
2.858123	1384	184.0	484	2421.1	1.7494	4	9
2.715178	1313	194.0	483	2417.2	1.8415	5	8
2.600916	1248	204.0	480	2399.7	1.9224	6	9
2.455313	1190	214.0	485	2423.2	2.0364	6	6
2.401306	1137	224.0	473	2367.1	2.0822	5	9
2.286446	1088	234.0	476	2379.8	2.1868	6	8
2.200898	1044	244.0	474	2370.9	2.2718	5	9
n-Spule = Spulendrehzahl/min d-Spule = Spulendurchmesser DH = Doppelhübe/min n-KGW = Drehzahl Kehrgeww. n-KGW/n-Spule = Drehzahlverhältnis V							

## Ansprüche

1. Mit Garn, Draht, Bändchen oder dergleichen bewickelte Kreuzspule in Präzisions- oder Stufenpräzisionswicklung mit um einen Mittelwert geringfügig schwankender(n) Windungszahl(en), dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Regelschwankungen der jeweiligen Windungszahl keine Spiegelwindungszahlen bis zu SPO-ter Ordnung anzutreffen sind, wobei SPO gleich 1.5 geteilt durch die Quadratwurzel der Differenz von größter und kleinster Windungszahl im Schwankungsbereich ist.
2. Kreuzspule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Unterteilung des Spulenumfangs in 100 gleichgroße Umfangsabschnitte, einem Schnitt senkrecht zur Spulenchse, einer Auszählung der Anzahl der Fadenenden in einem Umfangsabschnitt sich eine Differenz zwischen maximaler und minimaler Anzahl der in einer Changierrichtung abgelegten Fäden bei einer Berücksichtigung von 2000 aufeinanderfolgenden Changierperioden ergibt, die zu keiner Zeit größer als 15, vorzugsweise größer als 8 ist.
3. Kreuzspule nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der Anzahl der in einer Changierrichtung je Umfangsabschnitt abgelegten Fäden bei der Berücksichtigung von 2000 einanderfolgenden Changierperioden und einer Unterteilung des Spulenumfangs in 25 gleich große Teile zu keiner Zeit größer als 20, vorzugsweise größer als 10 ist.
4. Kreuzspule nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Windungszahlen eine Rautenwicklung (Rautenwindungszahl) ergeben.
5. Kreuzspule in Stufenpräzisionswicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz zur nächsten Spiegelwindungszahl durch alle Stufen hindurch gleiche Vorzeichen hat.
6. Kreuzspule in Stufenpräzisionswicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der mit gleichem Mittelwert der Windungszahl gebildeten Garnschichten nach Erreichen eines vorgegebenen maximalen Wertes über die Spulreise etwa konstant bleibt.
7. Verfahren zum Aufwickeln eines Garnes, Drahtes, Bändchens oder dergleichen auf eine antreibbare Spule mittels eines längs des Mantels der Spule changierenden, antreibbaren Fadenführers in Präzisions-

oder Stufenpräzisionswicklung zur Herstellung der Spulen nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl des Fadenführerantriebs im vorgegebenen Verhältnis V zur Spulendrehzahl so gesteuert wird, daß die damit eingestellte jeweilige Windungszahl unter Berücksichtigung von deren Regelschwankungen eine Verteilung der Fadenwendeln am Spulenumfang in einer senkrecht zur Spulenchse gelegten Ebene ergibt, bei der die Differenz der Anzahl der in einer Changierrichtung je Umfangsabschnitt abgelegten Fadenwendeln bei der Berücksichtigung von 2000 einander folgenden Changierperioden und einer Unterteilung des Spulenumfangs in 100 gleich große Teile zu keiner Zeit größer als 15, vorzugsweise größer als 8 ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl des Fadenführerantriebs im vorgegebenen Verhältnis V zur Spulendrehzahl so gesteuert wird, daß die Differenz der Anzahl der in einer Changierrichtung je Umfangsabschnitt abgelegten Fadenwendeln bei der Berücksichtigung von 2000 einander folgenden Changierperioden und einer Unterteilung des Spulenumfangs in 25 gleich große Teile zu keiner Zeit größer als 20, vorzugsweise größer als 10 ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Verhältnisse V zur Steuerung der Drehzahl des Fadenführerantriebs in Abhängigkeit der Spulendrehzahl mittels eines Rechners in der Weise ermittelt werden, daß in der Nähe der durch Steigungswinkel, Changierhub und aktuellen Spulendurchmesser festgelegten Windungszahl zunächst ein Bereich der Windungszahlen ermittelt wird, der keine Spiegelwindungszahlen bis zu SPO-ter Spiegelordnung enthält, in diesem Bereich dann durch Simulation unter Berücksichtigung der Regelschwankungen z.B. in Form einer Sinusfunktion die Verteilung der Fadenwendeln am Spulenumfang bei in kleinstmöglichen Schritten verändertem Wert von V ermittelt und ein Verhältnis V ausgewählt wird, das die Ansprüche 2 und 3 befriedigt.

10. Spuleinrichtung zur Herstellung von Kreuzspulen in Stufenpräzisionswicklung nach den Ansprüchen 1 bis 6 und zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 7 bis 9 mittels einer längs des Mantels der angetriebenen Kreuzspule (7) changierend angetriebenen Fadenführeinrichtung (1) und einem Regler (3), dessen Ausgang mit dem Antrieb (4) der Fadenführeinrichtung gekoppelt ist sowie mit Inkrementalgebern (5) und (6), zur Erfassung der Drehzahlen des Antriebs (4) der Fadenführeinrichtung (1) und der Kreuzspule (7), wobei der Regler (3) die Drehzahl des Antriebs (4) der Fadenführeinrichtung (1) so regelt, daß das Übersetzungsverhältnis V dieser Drehzahl zur Drehzahl der Kreuzspule einem in einem Datenspeicher (8) vorgegebenen Verhältnis V entspricht, wobei das Verhältnis V beim Erreichen einer bestimmten Betriebsbedingung, z.B. eines minimalen Wertes der Drehzahl des Antriebs (4) der Fadenführeinrichtung (1) auf ein nächstes Verhältnis V einer in dem Datenspeicher (8) abgelegten Reihe von Verhältnissen V gewechselt werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenspeicher (8) ein flüchtiger Speicher ist und ein integrierter Rechner (9), mit einer Eingabeeinheit (10) zur Eingabe der Spulbedingungen, der nach vorgegebenem Rechenprogramm die Folge der Übersetzungsverhältnisse V errechnet und diese in dem flüchtigen Datenspeicher (8) ablegt.

11. Spuleinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß diese aus mehreren, gleichartigen Spulstellen besteht und ein zentraler Rechner die Speicher der einzelnen Spulstellen mit der Reihe der Übersetzungsverhältnisse V versorgt.

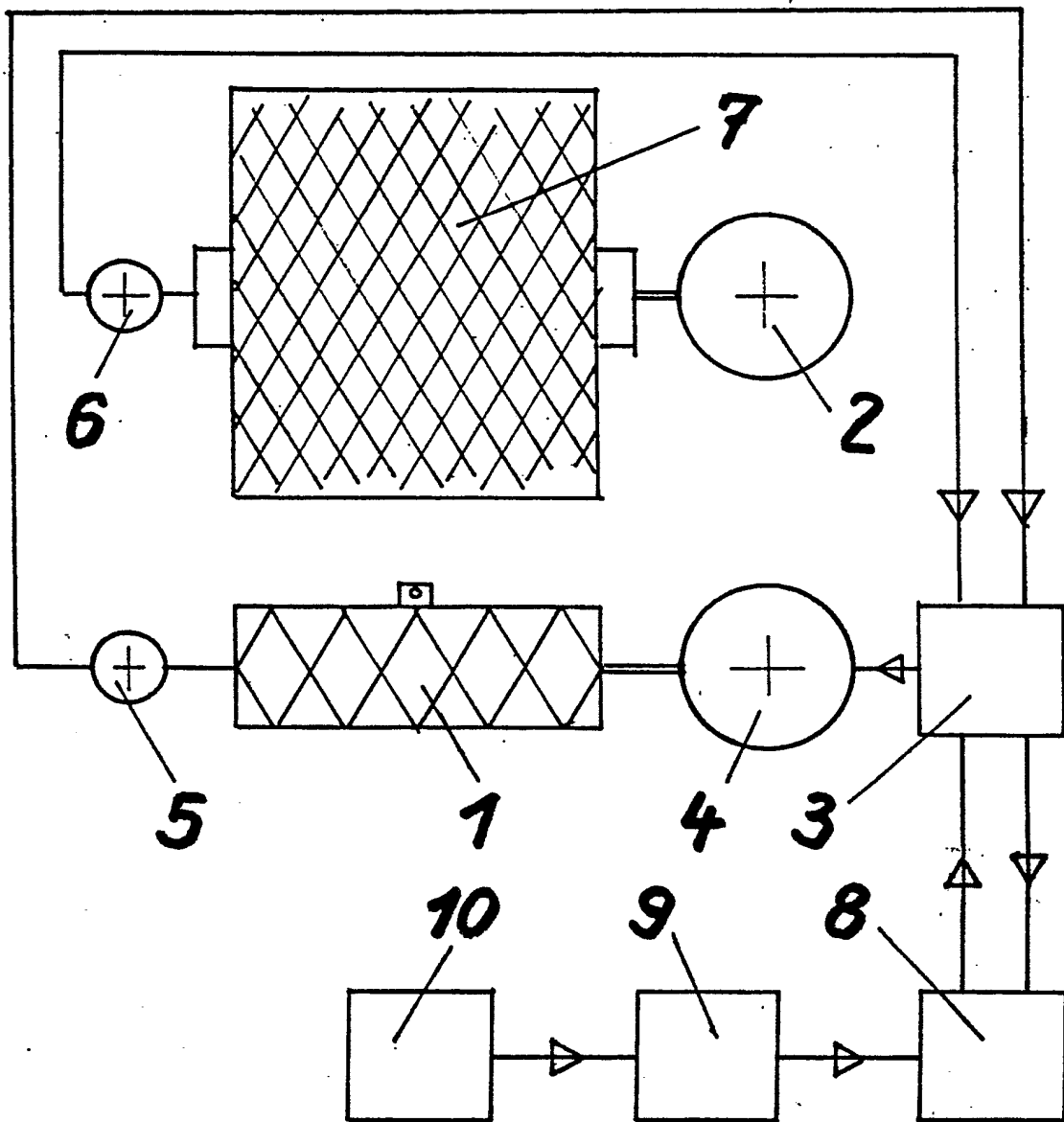
40

45

50

55





*Fig. 1*



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90110692.2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
A	<u>US - A - 4 779 813</u> (T.SUGIOKA, Y.MASAOKA) * Gesamt * ---	1,7-10	B 65 H 54/38
A	<u>US - A - 4 771 961</u> (T.SUGIOKA) * Gesamt * ---	1,7-10	
A	<u>DE - B2 - 2 319 282</u> (ALLIED CHEM. CORP.) * Ansprüche * ---	1,7-9	
D,A	<u>EP - A2 - 0 194 524</u> (BARMAG BARMER M.) * Gesamt * ---	1,7-10	
D,A	<u>EP - A2 - 0 150 771</u> (F.MAAG) * Gesamt * -----	1,7-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			B 65 H 54/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 25-07-1990	
		Prüfer JASICEK	
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**DERWENT-ACC-NO:** 1990-369833

**DERWENT-WEEK:** 199112

*COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD*

**TITLE:** Gross coil for winding yarn wire  
and strip material has chamber  
and spool, with calculator for  
winding figures

**INVENTOR:** MAAG F

**PATENT-ASSIGNEE:** MAAG F[MAAGI]

**PRIORITY-DATA:** 1989DE-3918846 (June 9, 1989)

**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>
EP 401781 A	December 12, 1990	EN
DE 3918846 A	December 13, 1990	DE
DE 3918846 C	March 21, 1991	DE

**DESIGNATED-STATES:** CH DE FR GB IT LI

**APPLICATION-DATA:**

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
EP 401781A	N/A	1990EP-110692	June 6, 1990
DE 3918846A	N/A	1989DE-3918846	June 9, 1989
DE 3918846C	N/A	1989DE-3918846	June 9, 1989

**INT-CL-CURRENT:****TYPE****IPC DATE**

CIPS

B65H54/38 20060101

**ABSTRACTED-PUB-NO:** EP 401781 A**BASIC-ABSTRACT:**

The cross-coil (7) on which yarn, wire or strip is wound is used in precision or stepped precision winding with winding figures slightly fluctuating round an average figure. The cross-coil (7) and changer (1) are driven together by means of a control (3) in pre-set conditions (V) which can be constantly altered during the progress of the spool.

The conclusion of the transmission ratio (V) is calculated in a calculator (9) according to a pre-set calculation programme with an input unit (10) which is deposited in a data-logger.

ADVANTAGE - The drive of the changer and spool is

constantly adjustable to a constant ratio and the  
fluctuations in the winding-figures recorded. @  
(10pp Dwg.No.1/1)@

**TITLE-TERMS:** GROSS COIL WIND YARN WIRE STRIP  
MATERIAL CHAMBER SPOOL CALCULATE  
FIGURE

**DERWENT-CLASS:** F07 Q36 X25

**CPI-CODES:** F01-H03D;

**EPI-CODES:** X25-F02; X25-T01;

**SECONDARY-ACC-NO:**

**CPI Secondary Accession Numbers:** 1990-160830

**Non-CPI Secondary Accession Numbers:** 1990-282006